DE CANALI PETITI ET DE ZONULA CILIARI.

COMMENTATIO,

QUAM AD VENIAM DOCENDI IN ACADEMIA FRIDERICIANA HALENSI CUM VITEBERGENSI CONSOCIATA RITE IMPETRANDAM GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS CONSENSU ET AUCTORITATE

SCRIPSIT

ET DIE XXII MENSIS JANUARII MDCCCLXX HORA XII

PUBLICE DEFENDET

GUSTAVUS SCHWALBE,
MEDICINAE DOCTOR

SOCIO AD RESPONDENDUM ASSUMPTO

FEL. BARRIES,
MED. CAND.

HALIS SAXONUM,

TYPIS EXPRESSUM GEBAUERIO-SCHWETSCHKIANIS.

Jam nuper*) paucis experimentum commemoravi, ex quo apparet, canalim Petiti non, quod usque ad hoc tempus existimatum est, esse clausum canalim circularem, sed aliquo modo conjunctum cum camera oculi anteriore. Punctione enim in hanc cameram facta injecta materia canalis repletus est. Qua re adducti sumus, ut illum canalim et quae eum circumdant accuratius exploraremus. Imprimis autem magni momenti erat viam statuere, qua materia injecta ab anteriore camera processisset. Demonstrare potui cameram anteriorem et posteriorem a canali Petiti sejunctas non esse et in zonula subtiles inveniri lacunas, quales jam antiquiores anatomici, ut Jacobson, delle Chiaje commemorant; easdem vero ex eo tempore E. Brücke**), Henle***), alii dixerunt deesse. Quae me res commovit, ut non minus teneriorem structuram zonulae ciliaris (Zinnii) et terminorum canalis Petiti exquirerem, qua investigatione simul paullum profecturum me spero in cognoscendo apparatu accommodationis.

Priusquam autem canalim et coronam ciliarem describamus, ad rem pertinere videtur diversas aliorum auctorum de hac re sententias proferre. Inde facile quaestiones patebunt, quae imprimis erant in hac nova investigatione respiciendae Omnia,

---

*) Medicinisches Centralblatt. 1868. p. 849.

**) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin, 1847. p. 67.

***) Eingeweidelehre p. 673.

quae ab aliis de hac ipsa re adhuc elaborata sunt, citare hujus opusculi non est.

Ad opinionem, quae hodie est, canalis Petiti undique clausus annuli forma marginem lentis circumdat et a fronte tabula zonulae anteriore terminatur, a tergo tabula posteriore, intus capsula lentis. Omissis ad tempus canalis terminis jam de ea re dissensiones exstant, quantum se extendat ille quaeque contineat statu integro. Nam ex Henkei *) sententia canalis illo statu nihil aliud est, quam rima capillaris, cujus se parietes inter se tangunt, sicut sacci serosi parietes. Eandem sequitur opinionem Henle**); alii autem canalim viventis animalis fluido humori aqueo simili repletum esse volunt. Inter quos Hueck ***), qui ad demonstrandam hanc rem profert oculorum frigore duratorum in diverticulis, quae canalis inter plicas zonulae dimittat, particulas glaciales apparere. — Quantum canalis extendatur ad oram serratam, quae est exordium zonulae, nemo fere accurate definit. Plerique eum hic usque ad originem processuum ciliarium extendi velle videntur. Sic in imagine sectionis oculi hominis transversae, quam E. Brücke confecit, canalis procedit usque ad oram serratam. Non idem sentit Hannover †); ad illius enim sententiam membrana hyaloidea prope ad oram serratam diffinditur in duas tabulas, quarum anterior eo circiter loco, quo processus ciliares incipiunt, iterum in duas tabulas disjungitur. Deinde harum anterior, quae est zonula ciliaris, anteriorem canalis Petiti parietem efficit, posteriorem posterior. Qua de causa canalis ille hic angustus est et in sectione rhomboidalis, post eum ex Hannoveri sententia alter canalis reperitur circularis, fissurae speciem praebens, qui finiatur duabus tabulis ex disjunctione hyaloideae ad oram serratam effectis. Atque hic quidem canalis, ut uterque posset distingui, canalis Hannoveri no-

---

*) Der Mechanismus der Accommodation für Nähe und Ferne. Archiv f. Ophthalmologie. II, 2. 1860.

**) l. c. p. 673.

***) Die Bewegung der Krystalllinse. Leipzig 1841. p. 74.

†) Das Auge. Leipzig 1852. II. Entdeckung des Baues des Glaskörpers. p. 34. Cf. etiam tab. I. fig. 6.

minatus est, sed perpauci eum volunt adesse [Finkbeiner *), O. Weber **)], plerique negant.

Ab omnibus igitur, quos adhuc citavimus, clausus esse canalis Petiti putatur; sed nonnulli anatomici antiquiores, ut Jacobson et delle Chiaje, constanti eum tenuium lacunarum serie cum camera oculi posteriore conjunctum esse contendunt. Quorum sententiae, sicut aliae multae, in oblivionem adductae sunt. Afferunt eas E. Brücke (l. c. p. 67), Hannover (l. c. p. 36), Henle (l. c. p. 673); sed omnes hi lacunas non natura factas esse volunt, sed potius sive incauta canalis inflatione, quod Brücke putat, sive soluto post mortem ferrumento, quod fibras zonulae conjungat.

Magis autem, quam de his rebus, sententiae discedunt de anatomia terminorum canalis, maxime, quomodo zonula ciliaris composita sit et cohaereat cum partibus vicinis. In hoc uno omnes consentiunt parietem anteriorem et posteriorem canalis Petiti ex membrana hyaloidea in duas tabulas fissa exsistere. Duplicem fissionem, alteram ad oram serratam, alteram ad processus ciliares describit Hannover ***), qua re assequitur terminos duorum canalium, quos jam supra commemoravimus. Quomodo zonula cum parte ciliari retinae conjuncta sit, accuratius non describit. Sed hoc ipsum est, quo fit difficile structuram zonulae cognoscere. Itaque non mirum est diversas de hac re sententias inveniri. Quarum maxime divulgata est opinio E. Brückei †) et H. Mülleri ††), ex qua limitans et hyaloidea, quantum ad posteriorem oculi partem pertinet, membranae sunt facile separabiles.

---

*) Vergleichende Untersuchung der Structur des Glaskörpers bei den Wirbelthieren. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Vol. VI. 1855.

**) Ueber den Bau des Glaskörpers und die pathologischen, namentlich entzündlichen Veränderungen desselben. Virchow's Archiv Vol. XIX. 1860.

***) l. c. p. 34.

†) l. c. p. 33.

††) Untersuchungen über die Glashäute des Auges, insbesondere die Glaslamelle der Chorioidea und ihre senilen Veränderungen. Archiv f. Ophthalmologie. Vol. II.

Tantum ad oram serratam coalescunt inter se, ita ut, si zonula a limitante separatur, semper residua hujus in illa remanent. Ad culmen processuum ciliarium haec coalitio dissolvitur, quum dehinc zonula ad anteriorem lentis capsulam transeat, limitans, membranae teuerae et pellucidae speciem praebens, trans partem processuum ciliarium iridi obversam et tergum iridis transit usque ad marginem pupillarem.

Quod praeter alios etiam M. Schultze *) vult limitantem retinae et membranam hyaloideam usque ad oram serratam duas membranas esse distinctas, quarum prior confusis conis terminalibus fibrarum fulcientium Mülleri exorta sit, offendit Henle **), qui limitantem et hyaloideam unam esse membranam inseparabilem contendit, cui vult nomen imponi limitanti hyaloideae. Qua re Henle cogitur ***), ut praeter fissionem limitantis hyaloideae ad oram serratam alteram statuat ad culmen processuum ciliarium. Ex hac fissione existere dicit ipsam zonulam fibrosam eandemque esse partem interiorem vel posteriorem; anteriorem vero vel exteriorem teneram esse membranam, quae non amplius quam ad marginem iridis ciliarem procedat. Neque minus talem membranam in posteriore iridis planitie negatur adesse a Klebsio †), dum Kölliker concedit in vetustis oculis alcalibus adhibitis interdum talem membranam a tergo iridis tolli posse; eandem autem esse conjunctas parietes exteriores dicit cellularum pigmenti.

Magis consentiunt auctores de origine et insertione posterioris membranae terminalis canalis Petiti. Quae ad plerorumque sententiam exsistit ex hyaloidea ad oram serratam fissa et transit ad posteriorem capsulam lentis, ut fossam patellarem convestiat. Sola Hannoveri opinione ††) haec membrana duplex est et alterum

---

*) Zur Anatomie und Physiologie der Retina. Archiv f. microsc. Anatomie. Vol. II. p. 264.

**) l. c. p. 661 et 662.

***) l. c. p. 674.

†) Zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. III. Die vorderen Abschnitte der inneren Augenhäute. Virchow's Archiv. Vol. XXI. 1861.

††) l. c. tab. I. fig. VI.

inter se canalim includit, sed simplex fit in fossa patellari. Fibras intra hanc membranam vitream nemo commemorat adesse; omnes consentiunt eas modo anteriori tabulae tribuendas esse, quae est zonula ciliaris.

Jam vero de origine et insertione fibrarum ad capsulam lentis judicia multum inter se discrepant eorum, qui operam his rebus dederunt. Ad E. Brückei*) sententiam fibrae intra zonulam omnino non exstant, sed videntur adesse, quum pellucida zonula ciliaris multas contrahat plicas radiales. Contra novissimo tempore fibras adesse ab omnibus probatur, quae vitreo ferrumento sejunctae sint in membranam radiorum modo complicatam. Exsistunt istae fibrae, ut inter plerosque O. Weber et Kölliker volunt, tenues ad oram serratam intra planitiem zonulae; deinde procedentes ad marginem lentis augentur fibris magis magisque exorientibus, quae eadem directione defluentes denique crassos fasciculos efficiunt. Klebs autem exoriri eas dicit e tergo partis ciliaris retinae et modificatas esse fibras fulcientes Mülleri, ita ut ad retinam pertinerent, hyaloideam minime attingerent.

Non minus, quam de origine fibrarum zonulae, sententiae differunt de ratione, qua illae ad capsulam lentis affixae sint. Plerique, inter quos novissimo tempore etiam Henle **), alteram fibrarum partem eamque majorem in anteriorem censent lentis capsulam inseri, alteram in posteriorem. Ex Henlei figura 521 adjunguntur fibrae alternis fasciculis. Si autem zonula tali modo interrupta esset, sine dubio necesse esset lacunas exsisterent, quibus canalis Petiti cum camera oculi posteriore conjunctus sit. Attamen Henle — quod jam supra commemoratum est — experimento canalis aëre extenti innixus negat tales lacunas adesse; sed quo modo fibras alternis fasciculis velit in anteriorem et posteriorem capsulam lentis insertas et ad membranam conjunctas ex ipsius descriptione non apparet.

Contra hanc divulgatam de fibrarum zonulae insertione

---

*) l. c. p. 34 et 66.

**) l. c. p. 672 et 673.

sententiam novissimo tempore F. E. Schulze *) fibras illas tantum anteriori capsulae lentis contendit adjungi, sed quo modo hoc fiat, ex brevi ejus annotatione non licet cognosci.

Discrepat ab his descriptionibus ea E. Brückei, qui fibras zonulae negat exstare, quod jam supra demonstratum est. Quo modo membranam valde complicatam lenti hominis velit inseri, evidenter apparet ex figura, quae est in pag. 33 praeclarae dissertationis ab eo confectae, a nobis jam saepius citatae. Inde patet montes, ut ita dicam, plicarum adjungi anteriori lentis capsulae, posteriori valles. Qua re paries canalis Petiti anterior semper multos sinus radiales praebet. Membrana terminalis posterior linea, quae est directa in projectione, post ipsas plicarum valles ad posteriorem lentis capsulam affigitur.

Ex his diversis de anatomia canalis Petiti ejusque terminis sententiis, quas contulimus, variae prodeunt quaestiones, quae nova inquisitione dignae videntur. Describere incipimus membranas vitreas canalim Petiti terminantes, quales ex fissione ad oram serratam facta exsistunt.

Quod attinet ad limitantem retinae et hyaloideam, ut inde initium fiat, judicium sequor eorum, qui utramque separatam esse membranam volunt. Non amplius enim, quam ab ora serrata usque ad culmen processuum ciliarium arctius cohaerent, qua de re infra plura dicemus. Facillime licet demonstrari disjunctam esse limitantem ab hyaloidea in oculis suillis liquore Mülleri imbutis, in quibus corpus vitreum cum lente, zonula et hyaloidea facile ex bulbo solvi potest. Hyaloidea conspicitur ut membrana homogena facie externa laevi, in qua vestigia limitantis retinae non possunt cognosci. Interdum reperiuntur in ea notae illae cellulae planae, quae etiam in omnibus fere oculis adultorum animalium prope ad oram serratam post ipsum zonulae exordium adsunt. Si hyaloidea in liquorem Mülleri immersa est, sedimento parvulis granis effecto, quasi pulvere, conspersa videtur. Plerumque ea brevi tantum spatio a corpore vitreo funditus potest dissolvi, quum fere semper residua illius in hac remaneant.

---

*) Der Ciliarmuskel des Menschen. Archiv f. microsc. Anatomie. Vol. III. p. 496.

Hoc quidem inveni in oculis hominum et mammalium, quae perscrutatus sum, suis, cuniculi, canis. Contra hyaloidea gallinae liquore Mülleri imbuta facillime de corpore vitreo tolli potest neque ulla ejus residua in illa remanent. Est autem hic hyaloidea membrana, quae facillime plicas acutas format neque conjuncta est cum limitante retinae. Ceterum quod ad haec pertinet, remitto ad ea, quae M. Schultze exposuit.

Notum est ab ora serrata usque ad culmen processuum ciliarium hyaloideam arcte conjunctam esse cum corpore ciliari. Simul interior membranae pars ab exteriore disjungitur. Jam membrana interior, quae ex fissione prodiit, posteriorem efficit canalis Petiti parietem, dum anterior vel exterior fibris aucta nominatur zonula ciliaris. Hyaloideam vero ad oram serratam in duas membranas canalis Petiti terminales diffindi, facile potest demonstrari et id simplicissimo modo, injectione canalis. Quae adhuc plerumque ita facta est, ut ipse canalis caute nudatus aëre impleretur. Qua ratione paries canalis posterior de anteriore tollitur; simul eae zonulae partes, in quas statu naturali culmina processuum ciliarium impressa sunt, sinuum instar propulsantur, dum partes, quae vallibus inter processus ciliares respondent, quum validiores sint, aëri resistunt. Sic nascitur notus ille aspectus, quo Petit adductus est, ut illum canalim nominaret „canal godronné.“ Ego saepius oculos suillos hoc modo praeparavi et jam inde persuasum mihi habeo hyaloideam in membranas canalis Petiti terminales diffindi ad oram serratam. Sed magis ad hanc rem demonstrandam aptae aliae sunt methodi, e quibus liquore colorato in anteriorem oculi cameram injecto canalis repletur. De hac ratione infra mihi plura dicenda erunt; itaque hic tantum id proferam, quod ad hanc ipsam pertinet quaestionem. Si quis solutum caeruleum Berolinense in anteriorem oculi cameram levi pressu injecerit, facile, quod jam supra brevi commemoravi, totus canalis Petiti impletur. Ac si experimentum bene processerat, tota zonula interdum usque ad oram serratam de corpore vitreo sublata est. Hic tandem materia caerulea finitur margine serrato, qui termino orae serratae accurate respondet. Quae ratio et in hominibus et in mammalibus, velut in sue et cane, facillime succedit et accurate lo-

cum designat, quo in duas tabulas hyaloidea diffinditur. Subtilius atque elegantius idem demonstrari potest, si solutionem in centum aquae partibus unam argenti nitrici continentem in cameram oculi anteriorem injecimus. Quum in oculis suillis hoc modo praeparatis bulbum aperirem, in superficie membranarum canalem terminantium inter se adversarum multum sedimentum inveni album, quod in luce mox infuscabatur. Quo modo facile apparebat membranas illas usque ad oram serratam separatas procedere. Itaque sic optime posse canalim Petiti ejusque parietes, quantum sese extendunt, macroscopice putaverim demonstrari.

Quamquam jam constat membranas canalim Petiti terminantes ad ipsam oram serratam diffindi, tamen inde non sequitur parietes canalis, dum animal vivit, ex omni parte distare, sed illud tantum elucet ex illis experimentis utramque membranam usque ad oram serratam facile posse disjungi. Quod autem attinet ad canalis lumen idque intra vitam infra mihi longius erit exponendum.

Tabula hyaloideae interior, quae ex fissione ad oram serratam facta exorta est, posteriorem parietem efficit canalis Petiti et anteriorem terminum corporis vitrei; neque minus fossam ejus patellarem investit, qua lens excipitur. In recentibus oculis haec membrana vitrea in fundo fossae patellaris arctius cum posteriore capsula lentis cohaeret, ita ut etiam, si injectione in anteriorem cameram facta plenus et confertus canalis sit, membrana illa de capsula lentis posteriore tollatur modo in zona, quae quartae vel tertiae parti diametri lentis per medium aequatoriale positi respondet. In centro non licet hac ratione lentis capsulam ab hyaloideae continuatione disjungi, sed facile hoc fit in oculis, qui satis diu liquore Mülleri fuerunt imbuti. Iidem etiam maxime accommodati sunt ad explorandam subtiliorem hujus hyaloideae partis structuram, quum in recentibus oculis particulae hujus tenerae membranae vix possint separari. Itaque si quis in duratis oculis hanc membranam exploraturus est, optime lentem, zonulam et corpus vitreum cohaerentia ex bulbo esolvet, deinde fissa capsula lentis anteriore lentem ex ea removebit, anteriorem capsulae partem usque ad eum locum, quo zonulae fibrae adjunguntur tollet et partes centrales posterioris lentis capsulae exsecabit

Quibus rebus factis quum particulae reperientur hujus capsulae, tum adhaerentis posterioris folii ex fissione hyaloideae ad oram serratam orti, quae quidem microscopio facile discernuntur a crassa duraque lentis capsula. Illa enim hyaloideae pars, quae fossam patellarem investit, tenera est membrana, quae recenti statu homogena est, liquore Mülleri imbuta parvis granulis turbatur. Quam crassa haec membrana sit, permetiri non licuit; tenuior enim est, quam ipsa hyaloidea. Cellulas nec in ipsa membrana inveni nec in parte ejus canali Petiti adversa. Argento nitrico adhibito sedimenta apparebant irregularia neque alia ratione endothelialem adesse vestitum poterat demonstrari: immo paries canalis Petiti posterior efficitur homogena membrana, quae cellulis vacat. Contra aspectus locorum, quibus hyaloidea Mülleri liquore imbuta discissa est, indicare mihi videtur magis complicata ratione compositas esse moleculas, quibus membrana conficitur. Saepissime enim haec non lineis directis vel curvis simplicibus discinditur, sed discissa mirabilis est aspectu. Prominent ubique multi dentes tenues et majores, qui modo in cacuminis finem, modo in nodi desinunt, modo simplices sunt, modo bis terve dividuntur. Respondent autem vicissim dentes alterius lineae fossis, quae inter alterius dentes exstant. Ceterum alio loco, quam quo discissa membrana est, nihil conspicitur, ex quo multis eam esse fibris brevibus compositam appareat.

Jam vero facile est membranam canalis Petiti, quam modo descripsimus posteriorem, usque ad oram serratam separare et explorare, quomodo se habeat ad eum locum, quo hyaloidea diffinditur. Interdum hic radiorum modo striata est, sed fibrae, quales in zonula exstant, non apparent. Interdum autem magis circulares strias praebet, quare verisimile videtur utrumque virgarum genus e plicis exoriri.

Frons canalis Petiti zonula ciliari s. Zinnii terminatur. Quam si integram et lentem cum corpore vitreo conjungentem accuratius contemplamur, facile tres ejus zonae discernuntur. Quarum duae quidem exteriores, quae majorem zonulae partem complent, arctissime cum parte ciliari retinae itaque omnino cum corpore ciliari coaluerunt. Intima zona et angustissima respondet

vacuae zonulae parti, quae inde a culmine processuum ciliarium usque ad anteriorem marginis lentis planitiem procedit et recenti statu ut annulus pellucidus marginem lentis circumdat.

De superficie utriusque zonae exterioris zonulae ciliaris si quis recte judicare voluerit, eae antea partes brevi inspiciendae sunt, quibuscum zonula inde ab ora serrata tam arcte conjuncta est. Zonula una cum corpore vitreo et lente de illis partibus sublata facile duae discernuntur zonae, quae ad superficiei interioris figurationem diversis zonulae regionibus accurate respondent. Quarum exteriorem et posteriorem, quae ab ora serrata usque ad initium processuum ciliarium circuli modo progreditur, Henle nominat orbiculum ciliarem, interiorem et anteriorem ipsum corpus ciliare. Quamquam utraeque partes structura minus differunt, utile tamen est diversa iis nomina imponi, quum sic facilius difficilis hujus oculi partis compositio cognoscatur. Id tantum equidem proposuerim corpus ciliare nominari omnes mediae oculi membranae partes, quae ab ora serrata frontem versus usque ad iridis radicem procedunt, et intra corpus ciliare musculum ciliarem, processus ciliares, orbiculum ciliarem discernere voluerim ut partes speciales. Processus enim ciliares nunquam possunt accurate ab orbiculo ciliari separari, ora autem serrata semper distinctum efficit terminum, a quo versus frontem etiam tenera partium, quas diximus, structura mutatur. Praeterea in nonnullis animalibus, verbi causa in cuniculis, orbiculus ciliaris omnino non reperitur, quum hic processus ciliares ad ipsam oram serratam exoriantur. Itaque corpus ciliare modo ad oram serratam, modo incerto loco ante oram serratam sito oriri necesse esset, quod sine dubio fieri non licet. Equidem igitur in interiore corporis ciliaris superficie, quae cum zonula coaluit, discerno zonam orbiculi ciliaris et zonam processuum ciliarium. In hominibus utraque zona circiter ejusdem latitudinis est. Superficies orbiculi ciliaris interior sublata zonula, si modo leviter eam inspexeris, praesertim in hominis oculis laevis esse videtur; si accuratius exploraveris, macroscopice jam intelligitur multis eam pliculis radialibus esse complicatam. In oculis suillis planius hanc rem licet conspici. Hic etiam facile tibi persuadetur ipsos processus ciliares ex teneris his asseribus exoriri, quum ad anteriorem

orbiculi ciliaris terminum binae vel ternae asseres unum crassiorem collem, ut ita dicam, componant, qui dicitur processus ciliaris et cito altitudine crescit, dum eodem modo crassitudine diminuitur. Qua ratione sulci, qui sunt inter colles radiales, fiunt valles magis magisque excavatae et praeruptis parietibus terminatae.

Aeque ac duae partes, quas discerni in interiore corporis ciliaris superficie modo paucis descripsimus, illa zonulae pars, quae cum corpore ciliari coaluit, in duas zonas disjungitur. Superficies zonulae exterior eundem aspectum praebet quem interior orbiculi et processuum ciliarium. Ita pars quaedam zonulae ciliaris exterior quae teneris orbiculi asseribus respondet, subtilium radiorum modo virgata est, dum zona interior ejusdem latitudinis majoribus intervallis interjectis crassiores virgas procreat, quae, quod statim intelligemus, vallibus inter processus ciliares sitis respondent. Ac priorem quidem zonam nomine zonae orbiculi ciliaris ab interiore, quae est zona processuum ciliarium, discernam. Primum duas has zonas inspiciamus, quae arcte cum corpore ciliari conjunguntur.

Virgae illae radiales non solae notabiles sunt, si macroscopice zonulam ciliarem inspexeris. Haec enim, ut diu notum est, a corpore ciliari disjungi non potest, ut non plura minora ejus residua illi adhaereant. Quae residua triplicis generis sunt, quum aut pigmento constent aut cellulis partis ciliaris retinae aut particulis membranae limitantis.

Pigmentum plerumque virgas radiales formans intra processuum ciliarium zonam invenitur. Quae virgae respondent montibus plicarum zonulae, vallibus, quae extant inter processus ciliares. Pigmentum in hominibus et canibus praesertim hic ita adhaeret, ut vix possit penicillo removeri. Contra in zona orbiculi ciliaris residua pigmenti plerumque sine ordine per superficiem dispersa sunt. Saepissime etiam prope ad ipsam oram serratam perfectus annulus pigmentalis invenitur a corpore ciliari absolutus, qui facillime semper penicillo amovetur. Omnia haec pigmenti residua exoriuntur ex noto illo pigmenti strato, quo interior superficies ipsius corporis ciliaris stromatis investi

tur et quo fere ab omnibus pigmenti epithelium retinae putatur continuari.

Sub pigmento, quod in zonula inhaeret, pulchrae exstant cellulae partis ciliaris retinae. Eaedem autem etiam apertae possunt coronae ciliari adhaerere, ac tum plerumque ad parvas majoresve turmas sive ovatas sive rotundas compositae sunt, quae in plicarum zonulae culminibus et hic quidem in vallibus secundariis inhaerent. Qua re idem fere aspectus praebetur, ac si exterior zonulae pars regulari epithelio pavimentoso esset contecta. Sed si zonulam cum respondentibus corporis ciliaris locis comparaveris, satis apparet epithelium ad hoc referendum esse atque in eo ad stratum cellulare partis ciliaris retinae. Idem cernitur in zonula, si quid pigmenti in illo strato cellulari inhaesit. Tum enim pars interior talis turmae occupatur pigmento, margines ejus simplici serie cellularum partis ciliaris retinae terminantur. Cellulae autem recentis corporis ciliaris persecti cylindratae sunt et materia granulis turbata repletae. Nuclei in talibus praeparatis non conspiciuntur, acido autem acetico admoto statim apparent et ad ipsum eos pigmenti stratum sitos esse perspicuum est. In cellulis liquore Mülleri imbutis facile plerumque nuclei apparent.

Pigmentum igitur et cellulae partis ciliaris retinae in superficie zonulae inhaerentia penicillo facilius removentur. Contra limitantis retinae continuatio arctissime cum ipsa zonula coaluit, ita ut novissimo etiam tempore Henle unam esse membranam ambas contenderet, quae tamen in culmine processuum ciliarium diffissa et tabulam ad lentem transmitteret et frontem versus usque ad iridis exordium procederet. Ego in hanc ipsam quaestionem, qualem haberet limitans rationem ad zonulam, acrius animum intendi, quum ad aliam quaestionem respondendam, quae exsistit de origine fibrarum zonulae, magni mihi momenti esse videretur. Qua in re summatim idem inveni, quod H. Müller et Brücke, quorum observationes supra jam commemoravimus.

Si separatam zonulam cellulis partis ciliaris retinae penicillo remotis microscopio perlustraveris, permultis locis supra

fibras radiorum modo diffluentes aliam conspicies teneram membranam, quae mire reticulata est. Hanc in zonula liquore Mülleri imbuta praesertim in culminibus plicarum adesse certe semper potest demonstrari, quum valles plicarum culminibus processuum ciliarium respondentes apertae plerumque pateant. Ita ea zonulae pars, quam supra zonam processuum ciliarium nominavimus, alternis locis modo caret reticulatae illius membranae residuis, modo contecta est. Striae, quae vallibus plicarum radialibus respondent et vacuae membrana manent, angustiores sunt quam quae illa tectae sunt, quum in fastigiis etiam montium zonulae membrana inhaereat. Paullo aliter zona se habet orbiculi ciliaris; hic enim non certis zonulae locis illa membrana potissimum adhaeret. Saepe etiam hic zonula maxima parte cum membrana reticulata conjungitur. Alternae virgae radiales vel detectae vel contectae raro hic exstant, quae res paucis pliculis radialibus hujus zonulae partis respondent.

Adhuc membranam, quae cum zonula ciliari coaluit, brevi membranam reticulatam appellavi. Restat igitur, ut de tenera ejus structura pauca dicam. Ipsi zonulae sine ullo intervallo juncta accurate sequitur omnes ejus plicas et valles secundarias. In eo membranae latere, quod situ normali corpori ciliari adversum cum eo conjunctum est, multi breves asserculi exsistunt, qui figuras polygonales componunt plus minus regulares et crassis plerumque nodis instructas. Quibus reticulum formatur, quod in culminibus zonulae plicarum maxime excultum satis minutas maculas procreat. Intra zonam orbiculi ciliaris grandiores maculae fiunt, asserculi humiliores et rariores. De asserculorum altitudine solius superficiei contemplatione non instruimur; ad illam cognoscendam imagines obliquas habeamus necesse est. Qnae facile efficiuntur, si ex zonula directionem fibrarum sequentes cuneatam particulam exsecamus et radialis sectionis margines contemplamur. Ex hoc apparet regulas in culminibus plicarum zonulae sitas in medio ejusdem altitudinis esse, quae crassitudinem cellulae incoloratae partis ciliaris retinae aequiparat; deinde asserculos illos saepe valde acutos esse et multis aculeis dentibusque instructos. Contra asserculi intra zonam orbiculi ciliaris perhumiles sunt et vix denticulati.

Si ita zonula praeparata est, ut cellulae partis ciliaris retinae illi adhaereant, facile tibi persuaseris illas in multas maculas plus minus grandes asserculis terminatas immitti. Qua re zonula arctissime cum corpore ciliari conjungitur.

Quum inter omnes constet stratum illud cellularum, qnod inter membranam reticulatam et pigmentum exstat, intimam oculi membranam, quae est retina, quodam modo producere et partem ciliarem retinae esse nominandam facile patet membrana reticulata, quae asserculos denticulosque suos in cellularum stratum immittit, limitantem retinae produci. Itaque asserculi illi et dentes analogi fibris Mülleri fulcientibus retinae esse putandi sunt, non ipsae cellulae, quod vult Kölliker. Quibus retinae particulis cellulae respondeant, novis explorandum est quaestionibus, quibus demonstretur, quomodo singula retinae strata versus oram serratam atque trans eam commutentur. Illud vero constat cellulas partis ciliaris retinae non cum limitante coalescere, quod esse Kölliker contendit. In figura enim ab illo depicta sine dubio cellulae, dentes et limitans, ex qua illi exoriuntur, ita duramento inter se compressa sunt, ut plane cohaerere videantur. In recentibus autem oculis meam sententiam rectam esse facile perspexeris. Quam ad rem maxime accommodatae sunt imagines obliquae processuum ciliarium. Quos ego inquisivi albi cuniculi, quod in illo res optime patet. Si quis processuum ita impositus est vitro objecti, ut jugum ejus directione normali in vallibus plicarum zonulae situm conspiciatur obliquum, contectum id esse apparet cellulis granulis turbatis et cylindratis, quae versus superficiem aliter zonulae adversam certa linea terminantur. Plerumque autem etiam sero jodato admoto intervallum efficitur inter cellulas illamque lineam, quam jam teneram esse membranam apparet, quae in parte cellulis adversa plus minus multis dentibus instructa est, qui quidem numquam ejusdem exstant altitudinis, qualem supra superficie zonulae esse suillorum potissimum oculorum descripsi. Hi dentes parvis respondent vallibus, quae adsunt in terminis binarum cellularum inter se cohaerentium. Ex omnibus his satis apparere putaverim teneram illam membranam dentibus et

asserculis instructam analogam esse limitanti retinae, cellulas vero cum hac comparari non posse.

Qui autem fit, ut in zonula ita praeparata, qualem modo desciipsimus, limitans in corpore ciliari conspiciatur, quum ea in imaginibus rectis zonulae segregatae inseparabilis in illa inhaerere videatur? Reminiscaris in vallibus, quae sunt inter partes zonulae magis complicatas, limitantem non conspici. Quae valles respondent sine dubio jugis processuum ciliarium, in quibus inesse limitantem tam persipicue supra demonstravimus. Quae si ita sunt, sublata de corpore ciliari zonula in vallibus inter processus ciliares nihil limitantis reliquum esse potest, quum eam in montibus plicarum zonulae, qui vallibus illis respondent, inveniamus. Hoc revera ita se habere facile tibi persuaseris, si loca inter se respondentia comparaveris. Itaque putandum est in omnibus illis locis, quae vallibus zonulae vel culminibus processuum ciliarium respondent, limitantem paullisper tantum cum zonula esse conjunctam, ita ut, si ea a corpore ciliari detracta est, ipsa in hoc inhaereat. Contra in culminibus plicarum zonulae, quae longius inter processus ciliares intrant, arctissime limitans cum zonula ciliari ferruminata est, ita ut separata zonula in locis corporis ciliaris respondentibus non adsit. Ubi plicae zonulae humiles sunt, ut in zona orbiculi ciliaris, talis differentia non exstat, quod jam supra commemoravimus.

Tamen etiam nunc quispiam existimaverit limitantem et zonulam unam esse membranam, quum plurimis eae locis tam arcte conjunctae sint, ut ne penicillo quidem saepius adhibito et liquore Mülleri admoto possint disjungi. Atque revera per longum tempus separare eas non potui, qua re commotus in Klebsii sententiam inclinabam, qui fibras zonulae vult e dentibus limitantis ordiri itaque Mülleri fibris esse analogas. Quae sententia probabilis esse videbatur, quum in zona orbiculi ciliaris fibrae zonulae tenerae tantum et rarae sint, simul autem cum dentibus et asserculis limitantis intra zonam processuum ciliarium magis magisque augeantur, deinde fasciculos efficiant, maximam tandem vim in culmine processuum ciliarium conse-

quantur. Talis igitur fibrarum fasciculus radices suas ex tota limitantis planitie inde ab ora serrata usque ad culmen processuum ciliarium caperet, qua ex re limitantem a zonula non posse separari per se liqueret. Ut ego in hanc sententiam inclinarem, potissimum imaginibus commotus sum, quales mihi zonula suilla saepe praebebat. In particulis coronae ciliaris cuneatis, quae radiis respondentes exsectae sunt, facile est imagines dentium et asserculorum obliquas proponere. Qui dentes asseresque, si systematibus microscopii acutis inspiciantur, subtilibus esse instructi striis videntur, quae ad perpendiculum in zonulae diriguntur superficiem. Saepe autem obliquius hae virgae in superficie positae erant atque id versus marginem lentis. Quibus locis si fibrarum zonulae fasciculus dentibus illis et asserculis erat suppositus, striae eorum recta in fasciculi strias transire videbantur. Ex asserculis autem dentibusque fibrulae videbantur exoriri et mox lentis marginem versus zonulae fibris adjungi itaque ad augendos fasciculos conferre. Ex quibus facile putari poterat fibras zonulae ex limitante exoriri. Mox autem persuasum mihi est tale exordium non adesse, sed modo esse videri, fibras zonulae recta linea sub limitante esse positas neque ex hac neque ex parte cliliari retinae oriri. In hominis oculo, ubi asserculi dentesque humiliores sunt, quam in oculo suillo, imagines illis, quas supra descripsi, analogas non inveni. Contra hic primum facile mihi persuasum est limitantem penitus posse a zonula disjungi. Si enim zonulam oculi Mülleri liquore antea durati nonnullos per dies aqua vel kali bichromico ex centesima soluto molliveris et in vitro objecti discerpseris, plus minus magnae limitantis particulae bene separantur a rigidis ipsius zonulae fragmentis. Illae autem fibris prorsus vacant, et altera earum pars, quae aliter zonulae imposita est, laevis est, altera asserculis illis instructa. Eodem modo, etsi paullo difficilius, in oculo suillo limitans potest a zonula disjungi. Hic separata limitantis fragmenta subtilibus illis virgis contecta sunt. Semper vero fibrae zonulae in planitie ipsius diffluunt zonulae a limitante disjunctae. Ambae igitur membranae, id quod experimentis apparet, non zonulae fibris tam arcte conjunguntur, sed ferrumento quodam, quod diu kali

bichromico maceratum ita solvitur, ut cohaerentia membranarum molliatur.

Priusquam autem de ipsa zonula plura dicamus, restat, ut inspiciamus, quomodo limitans ab eo loco, quo a zonula disjungitur, id est a culmine processuum ciliarium, frontem versus procedat. Jam in exordio commemoravi, quam diversae de anteriore limitantis parte sententiae exstarent. Equidem consentientes H. Mülleri et E. Brückei sequor descriptiones membranam illam teneram et pellucidam non solum usque ad iridis originem, sed trans totam ejus partem posteriorem usque ad marginem pupillarem conspici posse. Et in hominis et in suis oculo facile mihi persuasum est teneram membranam pellucidam in posteriore iridis parte adesse. In suibus illa membranae planities, quae telis iridis adversa est, paucis etiam et subtilibus contecta est asserculis radialibus analogis sine dubio crassioribus asserculis dentibusque partis ciliaris limitantis. In homine autem ejusmodi asserculos non inveni. Omnino hic difficilius est, discerpendo postremam iridis telam majores particulas tenerae membranae consequi, quum ea facillime directione radiali discindatur.

Redeamus jam ad ipsam zonulam. Primum hic quaestio existit, quam primus Brücke posuit, an fibrae, quae creduntur zonulae, revera sint plicae. Idem enim fibras adesse non vult. Zonulam valde complicatam esse nemo fere negabit, sed illud etiam facile tibi persuaseris revera fibras in illa exstare. Quam ad quaestionem solvendam imagines rectae minus aptae sunt, quum saepe in illis difficillime sit certe dijudicatu, utrum fibra nobis an plicula proposita sit. Utraeque enim aspectum interdum praebent simillimum. Itaque necesse est ita zonulam e transverso persecari, ut sectio ad perpendiculum sit in radios directa. Quod si feceris, facile cognoveris strias radiales, quae sunt in imaginibus zonulae rectis, non solum subtilibus plicis procreari. Exstant enim in zonula e transverso persecta partes membranae crassiores, quae sine certis finibus in ceteras partes transeunt. Ex quo apparet, fibras zonulae revera adesse, eas autem ex membrana sua separari non posse, neque chemica neque physica ratione diversas ab ea, sed modo partes ejus

esse crassiores. Quae res potissimum in zona perspicitur orbiculi ciliaris, ubi fibrae nondum sic densae sunt, quam in zona processuum ciliarium. Contra vacua zonulae pars multo aliter se habet, quod infra intelligemus.

Alia autem quaestio, quae, quum relationes limitantis ad zonulam cognoverimus, facile solvitur, de fibrarum zonulae origine est. Vidimus enim fibras non ortas esse ex limitante, sed semper intra ipsius zonulae planitiem defluere, ex quo sequitur has in ipsa zonula habere originem. Cujus si perlustramus superficiem, ordientes ab orae serratae regione versus lentis marginem, jam in cönfinio zonulae et hyaloideae singulas fibras subtiliter praeacutas incipere et radiorum modo sese ad lentis marginem dirigere cognosci licet. Quarum subtilium fibrarum numerus, quo amplius ab ora serrata discedimus, intra orbiculi ciliaris etiam zonam eo magis augetur, quum inter repertas multae novae nascantur. Jam in exordio zonae processuum ciliarium densos radiantium fibrarum cancellos videmus. Atque usque ad hunc locum idem est in homine atque in variis mammalibus aspectus. Mutatur vero aspectus intra zonam processuum ciliarium, quum fibrae adhuc singulatim radiantes in fasciculos plus minus magnos coalescant ac novae etiam eodem modo, quo supra diximus, oriantur. Quae fibrarum in singulos fasciculos separatio versus culmen processuum ciliarium praesertim in hominis et canis oculis valde perspicua est; qui fasciculi semper vallibus et montibus plicarum respondent. Atque hi fasciculi in culmine demum processuum ciliarium cum corpore ciliari anguste cohaerere desinunt, sed sejuncti ab eo ad lentis capsulam transeunt. In sue plerumque non tam solidi sunt, quam in homine et cane. Ac mirum etiam, quod forte in iis animalibus, quorum processus ciliares pectini similes valde sunt exculti, ut in homine, equo, animalibus rapacibus, structura solidorum fasciculorum valde est expressa; quod cum majore rugarum formatione cohaerere censeo. Quin etiam fibrarum formatio cum membranae plicatione cohaerescere mihi videtur. Sic fibrae in embryonum zonula, quae paulum est complicata, rarissimae sunt; neque magis excultae sunt in paulum complicatis partibus regionis orbiculi ciliaris. In gallina denique, in qua

zonula latissima est et in exteriorem non complicatam et in interiorem valde complicatam dividitur partem, in exteriore parte ne una quidem conspicua est fibra. Omnia igitur, ut paucis absolvam, exempla id videntur affirmare fibras in iis tantum oriri locis, quae, dum crescunt, complicantur; quocum illud etiam consentit, quod fibrae, ut jam antea vidimus, radiales sunt zonulae condensationes.

Tantum nunc descripsi zonulam, quantum cum corpore ciliari coaluit; reliquum est angustissimam ejus partem describere, quae sejuncta a processibus ciliaribus ad lentis capsulam traducitur. Jam supra diximus zonulae fibras praesertim in hominis et canis oculis versus culmen processuum ciliarium in densiores semper conglomerari fasciculos. Qui si soluli sunt, solidiores plerumque fiunt, et fibrae, ex quibus constat fasciculus, densius semper sese applicant, donec termini eorum e conspectu abeunt. Tum conspici licet plane cylindrata, paulum tantum striata, saepe etiam homogena restis, quae, sicuti in ciliari parte zonulae ex singulis fibris oritur, priusquam lentis capsulae adhaerescit, rursus in multas paulum radiantes fibras dissolvitur. Cujusmodi homogeni fasciculi praesertim ex vallibus plicarum zonulae exoriuntur; qui autem ex plicarum montibus exeunt, magis fibratam retinent structuram fibrasque versus lentis capsulam eodem modo mittunt. In suillo oculo homogenae trabes ex fasciculis zonulae fibrarum non formantur, sed ut in hoc zonula ciliaris minus est complicata, sic etiam fasciculi minus sunt exculti.

Diversas sententias de ratione, qua zonula lentis capsulae adhaerescit, jam in exordio contuli. Adhaerescit enim, ut Brücke perspicue describit ac depingit, non in directa, sed, quum zonula maxime se complicet, in linea valde serrata. Dum igitur in eo, quod ad figuram insertionis lineae pertinet, Brücke sequor, tamen illud nego illam in posteriorem lentis capsulam transire. Ego potius in hominis oculo loca adhaesionis non transscendere lentis marginem arbitror, sed, ubi plurimum, cum eo concidere. Posteriori lentis capsulae nulla zonulae pars inseritur, quod jam F. E. Schulze commemorat. Ac fere ita se res habet in canis oculo. In suillo vero insertionis curva altissimis dentibus ne marginem quidem lentis tangit, sed in

iis etiam locis, quae adhaesioni vallium plicarum respondent, per unum millimetrum semper a lentis margine abest; atque ut complicationes minores, sic etiam sinus insertionis curvae minores sunt quam in homine et cane.

Quod autem ad rationem pertinet, qua zonula intra lineam accuratius antea descriptam adhaeret, in memoriam revocandum est a culmine processuum ciliarium non simplicem radiorum modo complicatam membranam adesse, sed talem, qui in multos radiales fibrarum fasciculos solvitur et quasi diffinditur, quorum tenues fibrae in illum insertionis locum radiantes mittuntur. Hujusmodi parvuli oriuntur ex tenuibus fibris formati cancelli, qui a monte ad vallem, a valle ad montem fere continuantur. In anteriore autem lentis capsula fibrae rursus radiales exeunt et similem in hac praebent aspectum ac zonulae fibrae post originem in regione orae serratae. Latissime saepe hae fibrae anteriorem lentis capsulam transeunt, in cujus substantia subtiliores semper factae sensim evanescunt. Zonulae igitur fibrae confunduntur cum capsula eaeque fibrae, quae plicarum montibus respondent, longissime frontem versus in capsula inseruntur eamque latissime transeunt. Quarum rerum clarus praebetur prospectus, quum ex oculis in Mülleri liquore immersis anterioris lentis capsulae sector caute a centro ad circuitum cum respondenti zonulae parte detrahatur et in vitro objecti expandatur. Tum facile cognoscitur cancellos subtilium fibrarum linea torta vibrataque adjungi. Henle, qui in libro de anatomia scripto praeclaram habet harum rerum effigiem, fibras minus late radiantes in posteriore lentis capsula finiri sibi persuasit. Sed quum in praeparandis his partibus plerumque particula posterioris lentis capsulae tollatur, quaestio non certe potest dijudicari, num fibrae posteriori capsulae inhaerescant, quod situs lentis marginis accurate nequit definiri. Quod si volumus, uti oportet separatis lentibus, quae duratae in liquore Mülleri angustum zonulae retinuerunt marginem. In his praeparatis torta vibrataque insertionis linea macroscopice jam pellucide cernenda est ac facile quisquam persuasum habet eam non in posteriorem lentis capsulam transcendere.

Supra commemoravi zonulam, quantum sejuncta a pro-

cessibus ciliaribus ad lentis capsulam transit, non membranam esse radiorum modo complicatam, sed in multos radiales fibrarum fasciculos solvi et quasi diffindi. Inter trabes et fibras ex illis orientes subtiliores et latiores reperiuntur rimae, per quas canali Petiti cum posteriore oculi camera utique est communicatio. Gravissima hujus descriptionis testimonia infra, si de injectionibus agam, proferre mihi in animo est; atque ibidem de illo etiam agam, quod imprimis contra foramina dictum est. Hic mihi liceat has annotationes in descriptionis supra factae gratiam facere. In suillis vel caninis oculis, si proxime sunt praeparati, facile trabes possunt separari, quae in optica sectione transversa ubique sive in orbem circumactae sive complanatae conspiciuntur formationes, quae nusquam praebent adhaerentis membranae vestigium. Hoc autem in loco non potest contra dici conjungentem substantiam esse dissolutam, quum recentes habeamus particulas nec ullum adhibuerimus ad separandas eas auxilium chemicum. Deinde in ejusmodi praeparatis, in quibus sector lentis capsulae cum respondente zonulae parte separatus est, videndum est, si hae partes praeparatae in vitro objecti non diligenter expassae, sed rugae in iis formatae sunt, fibras fibrarumque fasciculos miro quodam modo tantopere inter sese esse confusa, quantopere non fuissent, si in membranam essent conjuncta. Ac maxime fibrae in equi oculo ejusmodi praeparato confunduntur. Nec facile quisquam hos fibrarum fasciculos descripsisset tales, qui in unam membranam essent conjuncti, si non aspectu canalis godronné eo esset adductus. Ex diligenti autem disquisitione anatomica nulla apparet membrana clausa, nec usquam talis depicta esse mihi videtur; ubique fibrae tantum fibrarumque fasciculi describuntur et depinguntur, quae nescio quo pacto in membranam conjuncta solent cogitari.

Satis dictum esse puto de origine, ordine, adhaesione zonulae fibrarum, quarum de chemica natura nihil habeo, quod novi addam *). De fibris autem e transverso striatis, quas,

---

*) Cf. Henle, l. c. p. 672.

quantum scio, Finkbeiner primus descripsit et Heiberg *) deinde fibras musculares e transverso striatas esse statuit, pauca, si licet, addam. Ac mihi quoque hae fibrae in hominis, canis, equi zonula occurrerunt, in qua per omnes partes cum homogenis vel in longum striatis trabibus consentiunt, quae ex conjunctione multarum fibrarum exortae sunt, et eodem modo, quo illae fibras mittunt. Discernuntur autem ab his tantum tennibus lineis transversis, quae praesertim quum liquore Mülleri sint praeparatae, conspici possunt. In his trabibus ligamenta turbida apparent, quae varianti latitudine e transverso eas penetrant ac plerumque intervallis constantibus mutuo sequuntur. Interdum quidem inconstanter distributa, sed nunquam sunt acutis lineamentis finita. Nec omnino hae figurae illum revocant aspectum, quem fibrae musculares e transverso striatae animalium vertebratorum nobis praebent. Ubi trabes incipiunt fibras mittere, striae sensim finiuntur, minus semper clarae et perfectae factae. Nucleos nunquam in trabibus vel in fibrarum fasciculis animadverti. Reagentia autem ejusdem fere sunt momenti in trabes e transverso striatas, atque in zonulae fibras, quarum utraeque quam maxime acido acetico resistunt; ac paulum tantum in hoc reagenti obtumescunt, in quo striae transversae minus clarae fiunt atque ad ultimum evanescunt. Quare illa Heibergii sententia musculares fibras e transverso striatas hic adesse facile neganda est, quod alii, qui has oculi partes investigaverunt, jam fecerunt. Immo vero hae formationes, quod ad originem earum et finem pertinet, ita se habent atque aliae zonulae trabes. Mirae autem semper sunt striae transversae, de quarum natura pauca quidem mihi dicenda sunt. Id tantum mihi persuasum est eas nequaquam tortis vibratisque trabum flexibus finctas esse videri. Putandum igitur est has trabes variantes e densis et tenuibus constare partibus.

Fibrae et orientes ex fibris trabes non sola sunt formarum elementa, quae in zonula reperiuntur. Insunt etiam cellulae et

---

*) Zur Anatomie und Physiologie der Zonula Zinnii. Archiv f. Ophthalmologie. Vol. XI, 3.

mirae formationes tuberosae. Cellulae autem in variis animalibus aliter dispertiuntur. In iis tantum partibus zonulae reperiuntur, in quibus vera est membrana; non igitur adsunt in solutis fibrarum fasciculis et trabibus. Maximus earum numerus intra zonam est orbiculi ciliaris, in qua in sue planas formationes ex magno nucleo et parvo cellulae corpore constantes ostendunt, quae inconstanter intra membranam distributae sunt. In membrana limitante nullae cellulae videntur esse; tamen profiteor cognitionem meam in hac quaestione imperfectam admodum esse. Quare de variis cellularum formationibus deque varia eorum in homine et mammalibus distributione dicere ommitto.

Alia series formatarum zonulae partium sunt tuberosae formationes supra dictae, quas adhuc in sue tantum reperi, in quo maxime sunt constantes. Praesertim in zona orbiculi ciliaris miri parvorum, angulosorum, nitentium corpusculorum cumuli inveniuntur, qui in radiales tractus divisi primo aspectu concrementis calcareis similes videntur esse. Sed ab his plane discernuntur reactionibus. In acido enim et acetico et hydrochlorato atque in kali caustico soluto solvi non possunt; jodo autem colorem recipiunt luteum vel fulvum, dum zonulae fibrae nullum aut languidum accipiunt colorem. Maxime sunt similes corpusculis a Bollingero *) nuper descriptis, quae sunt in subtilibus arteriis tractus intestinalis equorum, quibuscum in reactionibus principalibus consentire videntur. Quas a Bollingero descriptas formationes, quum accuratius oculum inquirerem, in intima arteriarum ciliarium anteriorum equi tunica inveni, nec aliter a granulorum conglomeratis zonulae eas discerni mihi videtur, quam quod illae plerumque non ex parvis angulosis corporibus, sed ex paucis majoribus materiis tuberosis constant. Sed quid velint hae formationes nec Bollinger, nec ego possum dicere. Fortasse propinquae sunt variis tuberum et concrementorum formis, quales ab H. Müllero in membranis oculi vitreis descriptae sunt. Praecipue illa tubera, quae in lamella vitrea chorioidis

---

*) Ueber eigenthümliche Körperchen in den feinen Arterien des Intestinaltractus bei Pferden. Virchow's Archiv. Vol. 47.

adesse solent, mirum in modum, quod quidem ad chemicam rationem pertinet, cum illis zonulae formationibus et cum corpusculis Bollingeri consentiunt. Nec parvi momenti illud est, quod omnes hae formae in membranis tantum elasticis et vitreis, quae sunt illis chemica natura propinquae, inveniuntur. Forsitan embryogenesis quid velint explicat. Sed illa Bollingeri conjectura, quae illas parasitares esse vult formationes, injusta mihi videtur.

De injectionibus in canalem Petiti factis.

Jam in exordio dictum est canalim Petiti injectione pungendo in anteriorem oculi cameram facta totum impleri. Aptissimi huic experimento suilli sunt oculi, quum in his rarissime tantum, si illa implendi ratione utimur, canalis non impleatur. Levopere quoque paucorum oculorum, qui mihi erant hominum, canalis implebatur, sed majorem mihi praebebant difficultatem oculi canis et cuniculi. Optimus injiciendi mihi visus est locus in media corneae parte, quod ibi nullae partes propinquae laeduntur. Manat quidem statim post punctionem pars aquae e camera; sed mox pressione auctiore instrumentum, quod „Canüle“ vocatur, tam anguste in punctum cuneatur, ut nulla coerulei liquoris gutta prorumpere possit. Modica pressio (quinquaginta millimetrorum) et exiguum injiciendi spatium (horae sexagesima) ad implendum canalim Petiti sufficiunt. Neque ullum exitui damnum ea re gignitur, quod, quum „Canüle“ educatur, anterioris oculi camerae liquor profluit; atque idem erat exitus prosper, quum pro coeruleo Berolinensi gluten solutum et carmino coloratum applicarem. Quam bellus sit canalis Petiti aspectus ex injectione argenti nitrici soluti, jam supra commemoratum est.

Quod si perfecta est sive coerulei Berolinensis, sive glutenis carminati injectio, oculi per horas viginti quatuor in alco-

holo communi ponuntur, priusquam bulbus aperiatur et, num experimentum prospere cesserit, cognoscatur. Ex iis enim oculis, qui in alcoholum erant positi, corpus vitreum, lens, zonula facillime a corpore ciliari ita solvuntur, ut impletus Petiti canalis integer adsit.

Qui in talibus praeparatis speciem praebet bellissimam. Si res optime cecidit, impletus apparet liquore coeruleo ubique per totam latitudinem usque ad foliorum junctionem ad oram serratam factam, et in lucem prodit circulus coeruleus lentem circumdans. Facile cognoscitur materiam injectam non in superficie zonulae, sed revera in canali Petiti adesse, si zonula et lens radialiter dissecantur. Tum materia injectionis intra zonulam et hyaloideae continuationem, quae fossam patellarem investit, plane conspicua est. Coeruleus igitur annulus, qui lentis marginem circumdat impletione canalis Petiti oritur. Oram autem serratam injecta materia non transit, quod finibus canalis respondet; sed ibi per serratum sive incisum marginem finitur. Inde si eam versus lentis marginem persequimur, cognosci licet eam crassiorem semper fieri atque proxime ad lentis marginem maxime crassam maximamque coloris vim esse assecutam. Trans lentis autem marginem multa plus minus prominentia acumina coerulea mittuntur. Angustus annulus nigrocoeruleus circum lentis marginem profundissimis canalis partibus respondet, quae frontem versus libera zonulae parte definiuntur. Omnis vero reliqua superficies canalis coerulei cano quodam velamine tecta est. In limitantis autem superficie ex hac etiam praeparandi ratione plerumque nigri pigmenti reliquiae retinentur, quae radialium striarum formam habent.

Quod supra dictum est illis respondet, quae in homine, cane et sue reperiuntur. In cuniculo autem, in quo zonula exiguae est latitudinis, injecta materia plerumque proxime est ad lentis marginem. Quae autem in sequentibus exponantur, ad suis tantum oculum spectant, quum tantum ex hoc animali necessarius disquisitioni numerus oculorum mihi praesto fuerit.

Canalis Petiti injectione in anteriorem oculi cameram facta non semper totus impletur. Interdum injectionis massa unam

tantum partem canalis circularis occupat. Nonnumquam autem canalis copiose impletus est totus, tamen non ita, ut latera ejus dirumperentur. Quod si totus copiose impletus est canalis, materia injecta intra posteriorem lentis capsulam et posteriorem canalis membranam supra posteriorem lentis planitiem penetrat, ac membrana tum saepe tantum a lentis capsula tollitur, ut, si a tergo intuemur, parvulam tantum lentis partem centralem non coerulea materia contectam cernamus. Si vero ambae membranae firmius coaluerunt, posterior membrana terminalis in aversum propellitur, ut saccus materia coerulea impletus ex canali Petiti in corpus vitreum promineat. Si injectio est modica, posterior membrana saccum a corpore vitreo separat; latissime igitur membrana extendi posse videtur. Si vero injectio nimium erat gravis, membrana dirumpitur, vel, quod saepius fit, zonula materia injecta loco quodam orae serratae a loco, quo in hyaloidea oritur, dissolvitur, ut extravasatum intra retinam et hyaloideam conspicuum sit, quod haud raro paene usque ad illum locum patet, quo nervus opticus in bulbum intrat. Nonnunquam etiam extravasatum intra retinam et chorioidem observavi, quo retina partim resoluta erat; sed oculi, in quibus hoc observavi, non recentissimi erant, neque viam, qua injecta materia ex anteriore oculi camera usque sub retinam venerat, mihi ostendebant.

Illi videlicet aspectus, quos canalis Petiti coeruleo Berolinensi sive glutene carminato in anteriorem oculi cameram injecto, praebet, nihil explicant de magnitudine luminis, quam canalis habet, si non supra modum impletus est. Videmus tantum, quantum canalis versus oram serratam et versus posteriorem lentis planitiem extendi possit. Illud modo ex oculis hujuscemodi praeparatis conjicere licet lumen canalis proxime ad lentis marginem maximum esse. Ut autem tam gravem injectionem, qualem materiae supra dictae efficiunt, vitarem, in anteriorem oculi cameram argentum nitricum solutum injeci, quo canalis, quum sedimentum in eo fiat, totus quidem conspicitur, sed non extenditur. In his praeparatis, quae statui naturali, ut arbitror, maxime respondent, ambo canalis latera terminantia ab ora serrata usque ad mediam zonulam satis anguste se tangunt, quum tenuis modo rima inter ea maneat. In media fere

zonula posterius latus sensim magis magisque tolli incipit atque ad posteriorem lentis planitiem traducitur, in quo posteriori capsulae fere tantum a lentis margine inseritur, quantum anteriori zonulae fasciculi fibrarum, qui latissimi patent. Margo lentis hoc modo in canalim prominet.

Liceat mihi nunc illud etiam addere, quod facile imagines canalis parantur, si in oculis satis calefactis paraffinum solutum pungendo in anteriorem oculi cameram injicitur. Facillime quidem paraffinum solutum canalim Petiti penetrat, sed plerumque e tribus duas tantum ejus partes implet. Oculos hujusmodi praeparatos nihil de vero canalis ambitu explicare manifestum est; attamen multi ejus sinus radiales, qui plicis zonulae respondent, optime hoc modo exprimuntur nobisque utile praebent praeparatum.

Gravissima autem quaestio, quam solvere mihi proposui, de illa ratione est, qua materia injecta ex anteriore oculi camera in canalim Petiti transit. Quam facile erat ad illum exitum experimenti venire, tam difficile mihi erat ad hanc quaetionem respondere. Cujus difficultatis causa imprimis in eo sita esse mihi videtur, quod divulgata erat sententia canalim Petiti a posteriore oculi camera membrana separatum esse. Deinde iris, quae secundum Helmholtzei *) experimenta cum margine pupillari anguste in anteriore lentis planitie posita est, videbatur vetare, ne injectionis massa inter lentem et marginem pupillarem penetraret. Ac initio quidem opinatus sum, quum in anteriore oculi camera pressio major fieret, hanc seclusionem arctiorem fieri, quod margo pupillaris anguste in anteriorem lentis planitiem imprimeretur. Ad hanc opinionem praecipue adductus sum illis aspectibus, quos suilli oculi saepe mihi praebebant, in quibus macula coerulea magnitudini pupillae respondens in anteriore lentis planitie cernebatur, quae in eodem loco, in quo margo pupillaris positus erat, certis lineamentis finiebatur, dum partes marginis lentis sine colore manserant atque materia injecta in canali Petiti demum reperie-

*) Physiologische Optik. p. 14 sqq.

batur. Secundum haec praeparata in notis prius citatis contendi canali Petiti non per rimam capillarem inter pupillarem marginem et lentem cum anteriore oculi camera esse communicationem, sed alia quadam via cum ea conjungi, quae nondum mihi nota fuisset. In sue, quod alio loco demonstrabo, injectionibus in anteriorem oculi cameram factis non solum canalis Schlemmii et lacunae illius spatii, quod dicitur Fontanae*), sed etiam rima quaedam impletur, quae ex illo in corpus ciliare penetrat neque cum cavo perichorioidali cohaeret. Nunquam autem ex hac rima materiam coeruleam usque ad canalim Petiti persequi potui. Ea enim strato pigmenti, parte ciliari retinae et zonula a canali separata semper sine ulla communicatione finiebatur. Neque aliam communicationis viam in oculis aliorum animalium inter anteriorem oculi cameram et canalim Petiti explorare potui. Nihil aliud igitur putandum erat, quam materiam injectam inter marginem pupillarem et lentem in aversum in canalim Petiti penetrasse, quae res me commovit diligentes quaestiones anatomicas de finibus canalis habere, quarum exitus jam supra demonstravi.

Ut autem accuratius demonstrarem zonulae proxime ad lentis marginem tenues esse rimas, in ipsum canalim Petiti non aerem, ut priores fecerunt, sed solutum coeruleum Berolinense injeci. Ad quod experimentum recentissimi modo oculi nimirum apti erant atque praeparatum, in quo canalis injiciendus erat, diligentissime factum esse debebat, ne zonula dirumperetur. Quem ad finem ex recentibus oculis suillis cornea et iris quam maxime caute removebantur ac coeruleum Berolinense punctione non longe a lentis margine facta in ipsum canalim Petiti injiciebatur. Multorum hujusmodi experimentorum semper is erat exitus, ut fluidum injectum paulo post intra angustam zonam, quam supra accuratius descripsimus, proxime ad lentis marginem e canali proflueret. Sed quum oculi recentissimi essent, lacunae zonulae non post mortem soluta ferrumenti substantia

*) De anatomia canalis Schlemmii et spatii Fontanae cf. Iwanoff u. Rollett. 'Bemerkungen zur Anatomie der Irisanheftung und des annulus ciliaris. Archiv f. Ophthalmologie. Vol. XV, 1. p. 17.

exortae esse poterant; et quum materia injecta ex illo modo canalis loco constanter manaret, loci aperti certe non ea re exorti erant, quod oculi in praeparando laesi essent. Illi etiam oculi, qui nonnullos per dies in alcoholo positi erant, ex quibus, ut jam supra commemoravi, corpus vitreum, lens et zonula inter sese continentes facillime solvuntur, perspicue ea, quae supra dixi, comprobant. In his etiam fluidum injectum paulo post proxime ad lentis marginem ac trans eum e canali profluit.

Non mirum est, quod priores auctores, qui oculos in his partibus investigarunt, in quorum numero Hueck quoque est, injectas in canalim coloratas materias glutinosas non profluentes ex eo cernebant, quum meminerimus, quam ineptae fuerint ad penetrandos canales subtiles materiae, quae prius injici solebant. Idem dici potest de mercurio, quem Bruecke ad hoc experimentum adhibuit. Neque plus alia res demonstrat, quae usque ad novissimum tempus valuit, nullas esse canali aperturas. Aërem enim in canalim Petiti inflatum per longius tempus in eo retineri notum est. Quod experimentum quum saepius facerem, in canali godronné nihil inveni, quod foramina canalis adesse negaret. Ad inflandum canalim plerumque siphone usus sum, quae aëre impleta et acu perforato armata erat. Tum mox cognoscitur aërem in mediis tantum et periphericis canalis partibus retineri, quum in his aër minus resistentes partes zonulae, quae plicarum vallibus respondent, ad tuberum modo propulset, dum montes plicarum resistunt, quos ex crassioribus constare fibris reliquiasque praeterea limitantis habere supra vidimus. Nunquam vero aër prope ad lentis marginem retinetur. Neque aër, qui hic in vesiculosis super foraminum canalis altitudinem prominentibus tuberibus est, a latere et ad imum per illa effugiet. Effugeret tantum aër, si intra canalim magnam pressionem haberet, quod revera nunquam fit. Si vero canalim Petiti punctione proxime ad lentis marginem facta aëre implere conamur, nunquam eum impleri apparet, quum aër recta via ex formanibus effugiat. Quod si habere volumus canalim godronné, semper medius inter lentis marginem

et oram serratam locus eligendus est, quo tubulus sive instrumentum „Stichcanüle“ inducantur.

Liceat mihi aliud, quod sententiam meam comprobat, afferre experimentum. In oculo enim, qui illa ratione praeparatus erat, procreavi canalim godronné, qui aërem injectum constanter retinebat. Quod quum mihi persuasum esset, aërem siphone recepi et eodem puncto coeruleum Berolinense solutum injeci, quod paulo post ad lentis marginem profluebat. Hoc experimento perspicuum erat aëre in canali remanenti non demonstrari nulla adesse in zonula foramina. Quin etiam aër in mediis canalis partibus retinetur quum zonulae partes, quae proximae sunt lentis margini, valde laesae sint.

Ex his minime dubium mihi esse videtur, quin canalis Petiti proxime ad lentis marginem apertus sit et hic per subtilia rimarum modo formata foramina cum posteriore oculi camera conjungatur. Illud etiam, si licet, afferam me injectione in posteriorem oculi cameram facta totum implevisse canalim. Quem ad finem instrumentum „Sichcanüle“ per mediam corneam in anteriorem cameram infigebatur ac deinde inter lentem et marginem iridis pupillarem provide promovebatur. Quo facto canalis Petiti semper eodem modo, quo injectione in anteriorem oculi cameram facta, totus impletus erat.

Reliquum est demonstrare, qua ratione fluidum injectum ex anteriore camera in posteriorem perveniat quibusque conditionibus inter lentem et marginem pupillarem iridis pervadat. Quod quum quaererem, mox animadverti maximi esse in hac re momenti pressionem, qua fluidum in anteriorem oculi cameram injiceretur, pressione, quae in statu naturali in camera anteriore sit, canalim non impleri, quod iris quasi epistomium quoddam obtendit, quod majore pressione removetur. Ut autem cognoscerem, quantum canalis injectio ex pressione penderet, saepius recentibus oculis suillis coeruleum Berolinense variis pressionibus adhibitis in anteriorem oculi cameram injiciebam. Sed manifestum est oculos, qui post mortem animalis praeparati sint, multo aliter se habere ac vivos. Nam, ut cognitum est, pressio intraocularis post mortem valde diminuitur. Quare parva tantum compressio adhibenda est, ut illa, quae in ante-

riore camera est pressio, post punctionem in eam factam injectione restituatur. Huic illud etiam respondet, quod canalis Petiti in oculis, qui in orbita sunt animalis modo interfecti, multo difficilius injiciendus est, quam canalis exstirpatorum oculorum recentium. In illis autem, si sensim majorem pressionem adhibes, canalis injici potest, quod in oculis caninis saepius feci. In extirpatis vero oculis suillis canalis Petititi multo facilius ac jam pressione parva impletur. Hic non implebatur canalis nonnisi quum pressio viginti millimetrorum mercurii non transcenderet; sed hunc experimenti exitum recentes tantum oculi habebant. In oculis, quibus post plures horas ex morte animalis utebar, canalis jam injiciebatur, quum minorem pressionem adhiberem (decem millimetrorum mercurii). In recentibus etiam oculis exstirpatis canalis Petiti semper impletur, si pressio viginti mm. transscendit. Memorabile erat in his latera canalis Petiti non dirumpi, quamquam maxima esset compressio. Tum demum, quum pressio ducenta duodecim mm. mercurii transscenderet, extravasatum in corpore vitreo conspicuum erat; in quo experimento minimi intererat, utrum ab initio experimenti tanta illa pressio adhiberetur, an a decem mm. sensim usque ad ducenta quinquaginta augeretur.

Quî fit, ut canalis impleatur, quum pressio augeatur? Manifestum est partes non dirumpi neque alio modo laedi, quum vix putari possit pressione viginti millimetrorum, qua canalis jam impleri possit, violenter oculos mutari. Ego potius ea re canalim Petiti impleri arbitror, quod omissis oculis veteribus, in quibus partes minus turgidae fluidum facilius in canalim immittunt, configuratio bulbi mutetur, quum pressio intra oculum creverit. Notum est formam bulbi crescenti intra oculum pressione magis magisque sphaerae formam adaequare, quum locus, quo cornea et sclera cohaerent, minus infractus sit et corneae curvaturae radius major fiat, quam si intra oculum pressio normalis est. Planitiem igitur, quam per eum bulbi locum, quo cornea cum sclera cohaeret, positam fingimus, pressione aucta paulum sine dubio frontem versus moveatur necesse est. Simul orbiculus augebitur, qui intra hanc planitiem corneae margine terminatur. Quomodo quum locus ille, quo cornea et sclera

conjunguntur, frontem et exteriorem partem versus moveatur, iris undique ad eum affixa attrahetur, qua re iris cohaerere cum anteriore lentis planitie desistet, quum item paulum frontem et exteriorem partem versus trahatur. Contra lens situm non commutat vel non frontem versus promovetur. Immo vero iride attracta processus etiam ciliares, qui cum ea arctissime cohaerent, exteriorem partem versus trahentur. Quum autem arcte cum zonula coaluerint, illa magis extendetur, quo facto et lens complanabitur et exigua in canali Petiti pressio exorietur negativa; utraque re efflcitur, ut facilius canalis Petiti impleatur. Dum animal vivit, iris in anteriore lentis planitie inhaeret et quasi epistomium efficit; tum fluidum non aliter atque a canali Petiti ad anteriorem oculi cameram potest procedere.

Quod tandem pertinet ad maculam coeruleam, illam in anteriore lentis planitie, quam margine iridis pupillari terminatam esse supra commemoravimus, neminem illa demonstraturum putaverim cameram oculi anteriorem cum canali Petiti non esse conjunctam. Ego enim hanc maculam coeruleam, quae raro tantum adest exoriri existimo admoto alcoholo, quo coeruleum Berolinense ubique in anterioris camerae parietibus sedatur atque hoc quidem tum fit loco pupillae respondente, si margo iridis pupillaris alcoholo corrugatus in anteriore lentis planitie prorsus inhaeret. Quod raro fieri tum solet, si multum materiae injectae in anteriore oculi camera remansit.

Postremo illud etiam commemoratum sit nunquam mihi contigisse, ut injectione in corpus vitreum facta canalim Petiti complerem. Hic enim posteriore membrana terminali prorsus a corpore vitreo sejungitur.

THESES.

1.

Cylinder axis non in nucleo vel nucleolo cellulae nerveae terminatur, sed in ipsam substantiam cellulae se solvit.

2.

Cartilagines articulares endothelio tenui contectae sunt.

3.

Corpuscula telae conjunctivae, quae in tendinum sectione transversa stellularum formam praebent, non sunt cellulae, sed lacunae, in quibus tubuli endotheliales sunt positi.

4.

Cavum perichorioidale communicat cum cavo Tenonis et cavo arachnoidali.
